

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-125467

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

H 0 5 B 33/22

H 0 5 B 33/22

C 0 9 K 11/06

C 0 9 K 11/06

Z

H 0 5 B 33/14

H 0 5 B 33/14

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平9-213091

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月7日

(31) 優先権主張番号 特願平8-230117

(32) 優先日 平8(1996) 8月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003126

三井東圧化学株式会社

東京都千代田区霞が関三丁目2番5号

(72) 発明者 中塚 正勝

神奈川県横浜市栄区笠間町1190番地 三井
東圧化学株式会社内

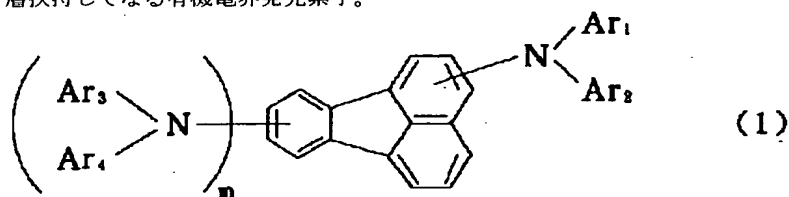
(72) 発明者 北本 典子

神奈川県横浜市栄区笠間町1190番地 三井
東圧化学株式会社内

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】

【解決手段】 一対の電極間に、一般式(1)で表される化合物を少なくとも1種含有する層を、少なくとも一層挟持してなる有機電界発光素子。

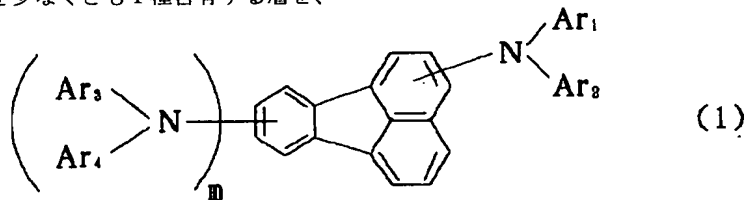


(式中、Ar₁~Ar₄は置換または未置換のアリール基を表し、mは0または1を表す)

【効果】 発光寿命が長く、耐久性に優れた有機電界発光素子を提供する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一对の電極間に、下記一般式(1)(化1)で表される化合物を少なくとも1種含有する層を、



(式中、Ar₁～Ar₄は置換または未置換のアリール基を表し、mは0または1を表す)

【請求項2】 一般式(1)で表される化合物を含有する層が、正孔注入輸送層である請求項1記載の有機電界発光素子。

【請求項3】 一对の電極間に、さらに、発光層を有する請求項1または2記載の有機電界発光素子。

【請求項4】 一对の電極間に、さらに、電子注入輸送層を有する請求項1～3のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機電界発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、無機電界発光素子は、例えば、バックライトなどのパネル型光源として使用されてきたが、該発光素子を駆動させるには、交流の高電圧が必要である。最近になり、発光材料に有機材料を用いた有機電界発光素子(有機エレクトロルミネッセンス素子：有機EL素子)が開発された[Appl. Phys. Lett., 51、913(1987)]。有機電界発光素子は、蛍光性有機化合物を含む薄膜を、陽極と陰極間に挟持された構造を有し、該薄膜に電子および正孔(ホール)を注入して、再結合させることにより励起子(エキシトン)を生成させ、この励起子が失活する際に放出される光を利用して発光する素子である。有機電界発光素子は、数V～数十V程度の直流の低電圧で、発光が可能であり、また蛍光性有機化合物の種類を選択することにより、種々の色(例えば、赤色、青色、緑色)の発光が可能である。このような特徴を有する有機電界発光素子は、種々の発光素子、表示素子等への応用が期待されている。しかしながら、一般に、有機電界発光素子は、発光寿命が短く、耐久性

に乏しいなどの難点がある。

【化1】

に乏しいなどの難点がある。

【0003】正孔注入輸送材料として、1, 1-ビス[4'-N,N-ジ(4"-メチルフェニル)アミノ]フェニル]シクロヘキサンを用いることが提案されている[Appl. Phys. Lett., 51、913(1987)]。また、正孔注入輸送材料として、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(3"-メチルフェニル)アミノ]ビフェニルを用いることが提案されている[Jpn. J. Appl. Phys., 27、L269(1988)]。しかしながら、これらの発光素子も発光寿命が短く、耐久性に乏しいなどの難点がある。現在では、一層改良された有機電界発光素子が望まれている。

【0004】

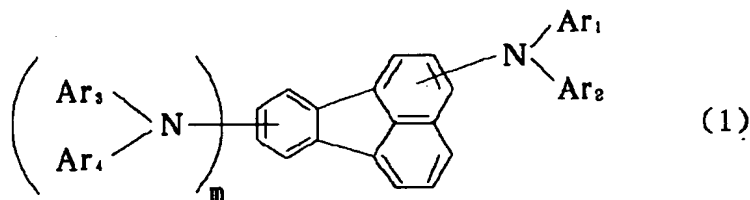
【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、発光寿命の改良された有機電界発光素子を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、有機電界発光素子に関して鋭意検討した結果、本発明を完成するに至った。すなわち、本発明は、
①一对の電極間に、下記一般式(1)(化2)で表される化合物を少なくとも1種含有する層を、少なくとも一層挟持してなる有機電界発光素子、
②一般式(1)で表される化合物を含有する層が、正孔注入輸送層である①記載の有機電界発光素子、
③一对の電極間に、さらに、発光層を有する前記①または②記載の有機電界発光素子、
④一对の電極間に、さらに、電子注入輸送層を有する前記①～③のいずれかに記載の有機電界発光素子、に関するものである。

【0006】

【化2】



(式中、Ar₁～Ar₄は置換または未置換のアリール基を表し、mは0または1を表す)

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明に関して詳細に説明

(上式中、Ar₁₁、Ar₁₂、Ar₂₁～Ar₂₄、Ar₃₁～Ar₃₄はそれぞれ置換または未置換のアリール基を表す)

物の具体例としては、例えば、以下の化合物を挙げることができるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0015】本発明に係る一般式(1)で表される化合

・例示化合物

番号

(A群)

- A-1. 1- (N, N-ジフェニルアミノ) フルオランテン
 2. 1- [N, N-ジ(4'-メチルフェニル)アミノ] フルオランテン
 3. 1- [N, N-ジ(3'-メチルフェニル)アミノ] フルオランテン
 4. 1- [N, N-ジ(4'-エトキシフェニル)アミノ] フルオランテ
 ン
 5. 1- [N-フェニル-N-(1'-ナフチル)アミノ] フルオランテ
 ン
 6. 2- (N, N-ジフェニルアミノ) フルオランテン
 7. 2- [N, N-ジ(4'-エチルフェニル)アミノ] フルオランテン
 8. 2- [N, N-ジ(3'-メチルフェニル)アミノ] フルオランテン
 9. 2- [N, N-ジ(4'-メトキシフェニル)アミノ] フルオランテ
 ン
 10. 2- [N, N-ジ(4'-クロロフェニル)アミノ] フルオランテン

【0016】

11. 3- (N, N-ジフェニルアミノ) フルオランテン
 12. 3- [N-フェニル-N-(4'-メチルフェニル)アミノ] フルオ
 ランテン
 13. 3- [N-フェニル-N-(3'-メチルフェニル)アミノ] フルオ
 ランテン
 14. 3- [N-フェニル-N-(2'-メチルフェニル)アミノ] フルオ
 ランテン
 15. 3- [N-フェニル-N-(4'-エチルフェニル)アミノ] フルオ
 ランテン
 16. 3- [N-フェニル-N-(4'-tert-ブチルフェニル)アミノ]
 フルオランテン
 17. 3- [N-(3'-メチルフェニル)-N-(4"-メチルフェニル)
)アミノ] フルオランテン
 18. 3- [N-(2'-メチルフェニル)-N-(4"-シクロヘキシル
 フェニル)アミノ] フルオランテン
 19. 3- [N, N-ジ(4'-メチルフェニル)アミノ] フルオランテン
 20. 3- [N, N-ジ(3'-メチルフェニル)アミノ] フルオランテン
 21. 3- [N, N-ジ(2'-メチルフェニル)アミノ] フルオランテン
 22. 3- [N, N-ジ(4'-エチルフェニル)アミノ] フルオランテン
 23. 3- [N, N-ジ(4'-tert-ブチルフェニル)アミノ] フルオラ
 ンテン
 24. 3- [N, N-ジ(4'-n-オクチルフェニル)アミノ] フルオラ
 ンテン
 25. 3- [N-フェニル-N-(2', 4'-ジメチルフェニル)アミノ
] フルオランテン

【0017】

26. 3- [N-フェニル-N-(2', 6'-ジメチルフェニル)アミノ
] フルオランテン
 27. 3- [N-フェニル-N-(3', 4'-ジメチルフェニル)アミノ]

【0021】

15. 3, 8-ビス [N-フェニル-N- (2', 4'-ジメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
16. 3, 8-ビス [N-フェニル-N- (2', 6'-ジメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
17. 3, 8-ビス [N-フェニル-N- (3', 4'-ジメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
18. 3, 8-ビス [N, N-ジ (2', 4'-ジメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
19. 3, 8-ビス [N, N-ジ (2', 5'-ジイソプロピルフェニル) アミノ] フルオランテン
20. 3, 8-ビス [N, N-ジ (3', 5'-ジメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
21. 3, 8-ビス [N, N-ジ (3', 4', 5'-トリメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
22. 3- (N, N-ジフェニルアミノ) -8- [N', N'-ジ (3'-メチルフェニル) アミノ] フルオランテン
23. 3- [N, N-ジ (3'-メチルフェニル) アミノ] -8- [N', N'-ジ (4"-メチルフェニル) アミノ] フルオランテン
24. 3- (N, N-ジフェニルアミノ) -8- [N'-フェニル-N' - (3'-メチルフェニル) アミノ] フルオランテン
25. 3- (N, N-ジフェニルアミノ) -8- [N'-フェニル-N' - (3', 5'-ジメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
26. 3- [N-フェニル-N- (4'-メチルフェニル) アミノ] -8- [N'-フェニル-N' - (3"-メチルフェニル) アミノ] フルオランテン
27. 3, 8-ビス [N-フェニル-N- (4'-メトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
28. 3, 8-ビス [N-フェニル-N- (3'-メトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
29. 3, 8-ビス [N-フェニル-N- (2'-メトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
30. 3, 8-ビス [N-フェニル-N- (4'-n-ブトキシフェニル) アミノ] フルオランテン

【0022】

31. 3, 8-ビス [N- (3'-メチルフェニル) -N- (4"-n-ヘキシルオキシフェニル) アミノ] フルオランテン
32. 3, 8-ビス [N- (3'-メトキシフェニル) -N- (4"-メトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
33. 3, 8-ビス [N, N-ジ (4'-エトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
34. 3, 8-ビス [N, N-ジ (3'-メトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
35. 3, 8-ビス [N-フェニル-N- (2', 4'-ジメトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
36. 3, 8-ビス [N-フェニル-N- (3', 4'-ジメトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
37. 3, 8-ビス [N-フェニル-N- (3', 4', 5'-トリメトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
38. 3, 8-ビス [N, N-ジ (2'-メトキシ-4'-エトキシフェニル) アミノ] フルオランテン

ランテン

12. 3, 9-ビス [N, N-ジ (4' -エチルフェニル) アミノ] フルオランテン
13. 3, 9-ビス [N, N-ジ (4' -tert-ブチルフェニル) アミノ] フルオランテン
14. 3, 9-ビス [N, N-ジ (4' -n-オクチルフェニル) アミノ] フルオランテン
15. 3, 9-ビス [N-フェニル-N- (2', 4' -ジメチルフェニル) アミノ] フルオランテン

【0026】

16. 3, 9-ビス [N-フェニル-N- (2', 6' -ジメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
17. 3, 9-ビス [N-フェニル-N- (3', 4' -ジメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
18. 3, 9-ビス [N, N-ジ (2', 4' -ジメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
19. 3, 9-ビス [N, N-ジ (2', 5' -ジイソプロピルフェニル) アミノ] フルオランテン
20. 3, 9-ビス [N, N-ジ (3', 5' -ジメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
21. 3, 9-ビス [N, N-ジ (3', 4', 5' -トリメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
22. 3- (N, N-ジフェニルアミノ) -9- [N', N' -ジ (3' -メチルフェニル) アミノ] フルオランテン
23. 3- [N, N-ジ (3' -メチルフェニル) アミノ] -9- [N', N' -ジ (4" -メチルフェニル) アミノ] フルオランテン
24. 3- (N, N-ジフェニルアミノ) -9- [N' -フェニル-N' - (3' -メチルフェニル) アミノ] フルオランテン
25. 3- (N, N-ジフェニルアミノ) -9- [N' -フェニル-N' - (3', 5' -ジメチルフェニル) アミノ] フルオランテン
26. 3- [N-フェニル-N- (4' -メチルフェニル) アミノ] -9- [N' -フェニル-N' - (3" -メチルフェニル) アミノ] フルオランテン
27. 3, 9-ビス [N-フェニル-N- (4' -メトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
28. 3, 9-ビス [N-フェニル-N- (3' -メトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
29. 3, 9-ビス [N-フェニル-N- (2' -メトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
30. 3, 9-ビス [N-フェニル-N- (4' -n-ブトキシフェニル) アミノ] フルオランテン

【0027】

31. 3, 9-ビス [N- (3' -メチルフェニル) -N- (4" -n-ヘキシルオキシフェニル) アミノ] フルオランテン
32. 3, 9-ビス [N- (3' -メトキシフェニル) -N- (4" -メトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
33. 3, 9-ビス [N, N-ジ (4' -エトキシフェニル) アミノ] フルオランテン
34. 3, 9-ビス [N, N-ジ (3' -メトキシフェニル) アミノ] フルオランテン

59. 3-[N, N-ジ(4'-メトキシフェニル)アミノ]-9-[N', N'-ジ(3"-フルオロフェニル)アミノ]フルオランテン
 60. 3-[N-フェニル-N-(4'-メチルフェニル)アミノ]-9-[N'-フェニル-N'-(3"-クロロフェニル)アミノ]フルオランテン

【0029】

61. 3, 9-ビス[N-フェニル-N-(4'-フェニルフェニル)アミノ]フルオランテン
 62. 3, 9-ビス[N-フェニル-N-(2'-フェニルフェニル)アミノ]フルオランテン
 63. 3, 9-ビス[N-フェニル-N-(4'-[3"-メチルフェニル]フェニル)アミノ]フルオランテン
 64. 3-(N, N-ジフェニルアミノ)-9-[N'-フェニル-N'-(4'-[3"-メチルフェニル]フェニル)アミノ]フルオランテン
 65. 3-[N, N-ジ(4'-メチルフェニル)アミノ]-9-[N'-フェニル-N'-(4"-フェニルフェニル)アミノ]フルオランテン
 66. 3-[N, N-ジ(3'-メチルフェニル)アミノ]-9-[N'-(4"-メチルフェニル)-N'-(4'''-[3'''-メチルフェニル]フェニル)アミノ]フルオランテン
 67. 3, 9-ビス[N-フェニル-N-(1'-ナフチル)アミノ]フルオランテン
 68. 3, 9-ビス[N-フェニル-N-(3'-フリル)アミノ]フルオランテン
 69. 3, 9-ビス[N-フェニル-N-(2'-チエニル)アミノ]フルオランテン
 70. 3-[N, N-ジ(3'-メチルフェニル)アミノ]-9-[N'-(4"-メチルフェニル)-N'-(1'''-ナフチル)アミノ]フルオランテン
 71. 3-[N, N-ジ(4'-メチルフェニル)アミノ]-9-[N'-(3"-メチルフェニル)-N'-(2'''-ナフチル)アミノ]フルオランテン
 72. 3, 9-ビス[N-フェニル-N-(2'-ベンゾオキサゾリル)アミノ]フルオランテン

【0030】本発明に係る一般式(1)で表される化合物は、其自体公知の方法に従って製造することができる。例えば、特開平3-78757号公報、特開平3-223764号公報、特開平3-285960号公報に記載の方法に従って製造することができる。一般式

(1)で表される化合物のうち、 $m=0$ で表される化合物、すなわち、A群の化合物は、例えば、3-アミノフルオランテンとハロゲン化アリール誘導体を、銅化合物の存在下で反応(ウルマン反応)させて製造することができる。また、例えば、3-ハロゲン化フルオランテンとN, N-ジアリールアミン誘導体を、銅化合物の存在下で反応させて製造することもできる。また、一般式

(1)で表される化合物のうち、 $m=1$ で表される化合物、すなわち、B群およびC群の化合物は、例えば、3, 8-ジアミノフルオランテンまたは3, 9-ジアミ

ノフルオランテンとハロゲン化アリール誘導体を、銅化合物の存在下で反応させて製造することができる。また、例えば、3, 8-ジハロゲン化フルオランテンまたは3, 9-ジハロゲン化フルオランテンとN, N-ジアリールアミン誘導体を、銅化合物の存在下で反応させて製造することもできる。

【0031】有機電界発光素子は、通常、一対の電極間に、少なくとも1種の発光成分を含有する発光層を少なくとも一層挟持してなるものである。発光層に使用する化合物の正孔注入および正孔輸送、電子注入および電子輸送の各機能レベルを考慮し、所望に応じて、正孔注入輸送成分を含有する正孔注入輸送層または／および電子注入輸送成分を含有する電子注入輸送層を設けることもできる。例えば、発光層に使用する化合物の正孔注入機能、正孔輸送機能または／および電子注入機能、電子輸

送機能が良好な場合には、発光層が正孔注入輸送層または／および電子注入輸送層を兼ねた型の素子の構成とすることができる。勿論、場合によっては、正孔注入輸送層および電子注入輸送層の両方の層を設けない型の素子（一層型の素子）の構成とすることもできる。また、正孔注入輸送層、電子注入輸送層および発光層のそれぞれの層は、一層構造であっても多層構造であってもよく、正孔注入輸送層および電子注入輸送層は、それぞれの層において、注入機能を有する層と輸送機能を有する層を別々に設けて構成することもできる。

【0032】本発明の有機電界発光素子において、一般式（1）で表される化合物は、正孔注入輸送成分または／および発光成分に用いることが好ましく、正孔注入輸送成分に用いることがより好ましい。本発明の有機電界発光素子においては、一般式（1）で表される化合物は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【0033】本発明の有機電界発光素子の構成としては、特に限定するものではなく、例えば、（A）陽極／正孔注入輸送層／発光層／電子注入輸送層／陰極型素子（図1）、（B）陽極／正孔注入輸送層／発光層／陰極型素子（図2）、（C）陽極／発光層／電子注入輸送層／陰極型素子（図3）、（D）陽極／発光層／陰極型素子（図4）などを挙げることができる。さらには、発光層を電子注入輸送層で挟み込んだ型の素子である（E）陽極／正孔注入輸送層／電子注入輸送層／発光層／電子注入輸送層／陰極型素子（図5）とすることもできる。

（D）型の素子構成としては、発光成分を一層形態で一对の電極間に挟持させた型の素子は勿論であるが、さらには、例えば、（F）正孔注入輸送成分、発光成分および電子注入輸送成分を混合させた一層形態で一对の電極間に挟持させた型の素子（図6）、（G）正孔注入輸送成分および発光成分を混合させた一層形態で一对の電極間に挟持させた型の素子（図7）、（H）発光成分および電子注入輸送成分を混合させた一層形態で一对の電極間に挟持させた型の素子（図8）がある。

【0034】本発明の有機電界発光素子は、これらの素子構成に限るものではなく、それぞれの型の素子において、正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層を複数層設けたりすることができる。また、それぞれの型の素子において、正孔注入輸送層と発光層との間に、正孔注入輸送成分と発光成分の混合層または／および発光層と電子注入輸送層との間に、発光成分と電子注入輸送成分の混合層を設けることもできる。より好ましい有機電界発光素子の構成は、（A）型素子、（B）型素子、（E）型素子、（F）型素子または（G）型素子であり、さらに好ましくは、（A）型素子、（B）型素子、（F）型素子または（G）型素子である。本発明の有機電界発光素子としては、例えば、（図1）に示す（A）陽極／正孔注入輸送層／発光層／電子注入輸送層／陰極型素子に

ついて説明する。（図1）において、1は基板、2は陽極、3は正孔注入輸送層、4は発光層、5は電子注入輸送層、6は陰極、7は電源を示す。

【0035】本発明の有機電界発光素子は、基板1に支持されていることが好ましく、基板としては、特に限定するものではないが、透明ないし半透明であることが好ましく、例えば、ガラス板、透明プラスチックシート

（例えば、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリスルホン、ポリメチルメタクリレート、ポリプロピレン、ポリエチレンなどのシート）、半透明プラスチックシート、石英、透明セラミックスあるいはこれらを組み合わせた複合シートからなるものを挙げることができる。さらに、基板に、例えば、カラーフィルター膜、色変換膜、誘電体反射膜を組み合わせ、発光色をコントロールすることもできる。

【0036】陽極2としては、比較的仕事関数の大きい金属、合金または電気伝導性化合物を電極物質として使用することが好ましい。陽極に使用する電極物質としては、例えば、金、白金、銀、銅、コバルト、ニッケル、パラジウム、バナジウム、タングステン、酸化錫、酸化亜鉛、ITO（インジウム・ティン・オキシド）、ポリチオフェン、ポリピロールなどを挙げることができる。これらの電極物質は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。陽極は、これらの電極物質を、例えば、蒸着法、スパッタリング法等の方法により、基板の上に形成することができる。また、陽極は一層構造であってもよく、あるいは多層構造であってもよい。陽極のシート電気抵抗は、好ましくは、数百 Ω /□以下、より好ましくは、5～50 Ω /□程度に設定する。陽極の厚みは、使用する電極物質の材料にもよるが、一般に、5～1000nm程度、より好ましくは、10～500nm程度に設定する。

【0037】正孔注入輸送層3は、陽極からの正孔（ホール）の注入を容易にする機能、および注入された正孔を輸送する機能を有する化合物を含有する層である。正孔注入輸送層は、一般式（1）で表される化合物および／または他の正孔注入輸送機能を有する化合物（例えば、フタロシアニン誘導体、トリアリールメタン誘導体、トリアリールアミン誘導体、オキサゾール誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、ピラゾリン誘導体、ポリシラン誘導体、ポリフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリ-N-ビニルカルバゾール誘導体など）を少なくとも1種用いて形成することができる。尚、正孔注入輸送機能を有する化合物は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。本発明の有機電界発光素子においては、正孔注入輸送層に一般式（1）で表される化合物を含有していることが好ましい。

【0038】本発明において用いる他の正孔注入輸送機能を有する化合物としては、トリアリールアミン誘導体

(例えば、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(4"-メチルフェニル)アミノ]ビフェニル、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(3"-メチルフェニル)アミノ]ビフェニル、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(3"-メトキシフェニル)アミノ]ビフェニル、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(1"-ナフチル)アミノ]ビフェニル、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(3"-メチルフェニル)アミノ]ビフェニル、1, 1'-ビス[4'-[N, N-ジ(4"-メチルフェニル)アミノ]フェニル]シクロヘキサン、9, 10-ビス[N-(4'-メチルフェニル)-N-(4"-n-ブチルフェニル)アミノ]フェナントレン、3, 8-ビス(N, N-ジフェニルアミノ)-6-フェニルフェナントリジン、4-メチル-N, N-ビス[4", 4"-ビス[N', N'-ジ(4-メチルフェニル)アミノ]ビフェニル-4'-イル]アニリン、N, N'-ビス[4-(ジフェニルアミノ)フェニル]-N, N'-ジフェニル-1, 3-ジアミノベンゼン、N, N'-ビス[4-(ジフェニルアミノ)フェニル]-N, N'-ジフェニル-1, 4-ジアミノベンゼン、5, 5'-ビス[4-(ビス[4-メチルフェニル]アミノ)フェニル]-2, 2':5', 2"-ターチオフェン、1, 3, 5-トリス(ジフェニルアミノ)ベンゼン、4, 4', 4"-トリス(N-カルバゾリル)トリフェニルアミン、4, 4', 4"-トリス[N-(3"-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン、1, 3, 5-トリス[4-ジフェニルアミノフェニル]フェニルアミノ]ベンゼンなど)、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリ-N-ビニルカルバゾール誘導体がより好ましい。一般式(1)で表される化合物と他の正孔注入輸送機能を有する化合物を併用する場合、正孔注入輸送層中に占める一般式

(1)で表される化合物の割合は、好ましくは、0.1重量%以上、より好ましくは、0.1~99.9重量%程度、さらに好ましくは、1~99重量%程度、特に好ましくは、5~95重量%程度に調製する。

【0039】発光層4は、正孔および電子の注入機能、それらの輸送機能、正孔と電子の再結合により励起子を生成させる機能を有する化合物を含有する層である。発光層は、一般式(1)で表される化合物および/または他の発光機能を有する化合物(例えば、アクリドン誘導体、キナクリドン誘導体、多環芳香族化合物[例えば、ルブレン、アントラセン、テトラセン、ピレン、ベリレン、クリセン、デカシクレン、コロネン、テトラフェニルシクロペンタジエン、ペンタフェニルシクロペンタジエン、9, 10-ジフェニルアントラセン、9, 10-ビス(フェニルエチニル)アントラセン、1, 4-ビス(9'-エチニルアントラセニル)ベンゼン、4, 4'-ビス(9"-エチニルアントラセニル)ビフェニル]、トリアリールアミン誘導体[例えば、正孔注入輸

送機能を有する化合物として前述した化合物を挙げることができる]、有機金属錯体[例えば、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(10-ベンゾ[h]キノリノラート)ベリリウム、2-(2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾールの亜鉛塩、2-(2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾールの亜鉛塩、4-ヒドロシアクリジンの亜鉛塩]、スチルベン誘導体[例えば、1, 1, 4, 4-テトラフェニル-1, 3-ブタジエン、4, 4'-ビス(2, 2-ジフェニルビニル)ビフェニル]、クマリン誘導体[例えば、クマリン1、クマリン6、クマリン7、クマリン30、クマリン106、クマリン138、クマリン151、クマリン152、クマリン153、クマリン307、クマリン311、クマリン314、クマリン334、クマリン338、クマリン343、クマリン500]、ピラン誘導体[例えば、DCM1、DCM2]、オキサゾン誘導体[例えば、ナイルレッド]、ベンゾチアゾール誘導体、ベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、ピラジン誘導体、ケイ皮酸エステル誘導体、ポリ-N-ビニルカルバゾールおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリフェニレンおよびその誘導体、ポリフルオレンおよびその誘導体、ポリフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリターフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリナフチレンビニレンおよびその誘導体など)を少なくとも1種用いて形成することができる。

【0040】本発明の有機電界発光素子においては、発光層に一般式(1)で表される化合物を含有していることが好ましい。一般式(1)で表される化合物と他の発光機能を有する化合物を併用する場合、発光層中に占める一般式(1)で表される化合物の割合は、好ましくは、0.001~99.999重量%程度に調製する。本発明において用いる他の発光機能を有する化合物としては、多環芳香族化合物、発光性有機金属錯体がより好ましい。例えば、J. Appl. Phys., 65, 3610 (1989)、特開平5-214332号公報に記載のように、発光層をホスト化合物とゲスト化合物(ドーパント)とより構成することもできる。一般式(1)で表される化合物を、ホスト化合物として発光層を形成することができ、さらにはゲスト化合物として発光層を形成することもできる。

【0041】一般式(1)で表される化合物を、ホスト化合物として発光層を形成する場合、ゲスト化合物としては、例えば、前記の他の発光機能を有する化合物を挙げることができ、中でも多環芳香族化合物は好ましい。この場合、一般式(1)で表される化合物に対して、他の発光機能を有する化合物を、0.001~40重量%程度、好ましくは、より好ましくは、0.1~20重量%程度使用する。一般式(1)で表される化合物と併用

する多環芳香族化合物としては、特に限定するものではないが、例えば、ルブレン、アントラセン、テトラセン、ピレン、ペリレン、クリセン、デカシクレン、コロン、テトラフェニルシクロペンタジエン、ペンタフェニルシクロペンタジエン、9, 10-ジフェニルアントラセン、9, 10-ビス(フェニルエチニル)アントラセン、1, 4-ビス(9'-エチニルアントラセニル)ベンゼン、4, 4'-ビス(9"-エチニルアントラセニル)ビフェニルなどを挙げることができる。勿論、多環芳香族化合物は単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【0042】一般式(1)で表される化合物を、ゲスト化合物として用いて発光層を形成する場合、ホスト化合物としては、発光性有機金属錯体が好ましい。この場合、発光性有機金属錯体に対して、一般式(1)で表される化合物を、好ましくは、0.001~40重量%程度、より好ましくは、0.1~20重量%程度使用する。一般式(1)で表される化合物と併用する発光性有機金属錯体としては、特に限定するものではないが、発光性有機アルミニウム錯体が好ましく、置換または未置換の8-キノリノラート配位子を有する発光性有機アルミニウム錯体がより好ましい。

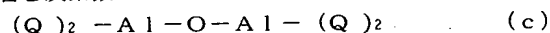
【0043】好ましい発光性有機金属錯体としては、例えば、一般式(a)~一般式(c)で表される発光性有機アルミニウム錯体を挙げることができる。



(式中、Qは置換または未置換の8-キノリノラート配位子を表す)



(式中、Qは置換8-キノリノラート配位子を表し、O-Lはフェノラート配位子であり、Lはフェニル部分を含む炭素数6~24の炭化水素基を表す)



(式中、Qは置換8-キノリノラート配位子を表す) 発光性有機金属錯体の具体例としては、例えば、トリス

(8-キノリノラート)アルミニウム、トリス(4-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム、トリス(5-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム、トリス(3, 4-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム、トリス(4, 5-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム、トリス(4, 6-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム、

【0044】ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(フェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2-メチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(3-メチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(4-メチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス

(2-メチル-8-キノリノラート)(3-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(4-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2, 3-ジメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2, 6-ジメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(3, 4-ジメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)

(3, 5-ジメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(3, 5-ジ-tert-ブチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2, 6-ジフェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2, 4, 6-トリフェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2, 4, 6-トリメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)

(2, 4, 5, 6-テトラメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(1-ナフトラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2-ナフトラート)アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート)

(2-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート)(3-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート)(4-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート)(3, 5-ジメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート)(3, 5-ジ-tert-ブチルフェノラート)アルミニウム、

【0045】ビス(2-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム-μ-オキソ-ビス(2-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム-μ-オキソ-ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-4-エチル-8-キノリノラート)アルミニウム-μ-オキソ-ビス(2-メチル-4-エチル-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-4-メトキシ-8-キノリノラート)アルミニウム-μ-オキソ-ビス(2-メチル-4-メトキシ-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-5-シアノ-8-キノリノラート)アルミニウム-μ-オキソ-ビス(2-メチル-5-シアノ-8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-5-トリフルオロメチル-8-キノリノラート)アルミニウム-μ-オキソ-ビス(2-メチル-5-トリフルオロメチル-8-キノリノラート)アルミニウムなどを挙げることができる。勿論、発光性有機金属錯体は、単独

で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【0046】電子注入輸送層5は、陰極からの電子の注入を容易にする機能、そして注入された電子を輸送する機能を有する化合物を含有する層である。電子注入輸送層に使用される電子注入輸送機能を有する化合物としては、例えば、有機金属錯体〔例えば、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(10-ベンゾ[h]キノリノラート)ベリリウム〕、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、ペリレン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、ニトロ置換フルオレノン誘導体、チオピランジオキサイド誘導体などを挙げることができる。尚、電子注入輸送機能を有する化合物は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【0047】陰極6としては、比較的仕事関数の小さい金属、合金または電気導性化合物を電極物質として使用することが好ましい。陰極に使用する電極物質としては、例えば、リチウム、リチウム-インジウム合金、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、カルシウム、マグネシウム、マグネシウム-銀合金、マグネシウム-インジウム合金、インジウム、ルテニウム、チタニウム、マンガン、イットリウム、アルミニウム、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-カルシウム合金、アルミニウム-マグネシウム合金、グラファイト薄膜等を挙げることができる。これらの電極物質は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。陰極は、これらの電極物質を、例えば、蒸着法、スパッタリング法、イオン化蒸着法、イオンプレーティング法、クラスターイオンビーム法等の方法により、電子注入輸送層の上に形成することができる。また、陰極は一層構造であってもよく、あるいは多層構造であってもよい。尚、陰極のシート電気抵抗は、数百 Ω/\square 以下に設定するのが好ましい。陰極の厚みは、使用する電極物質の材料にもよるが、一般に、5~1000nm程度、より好ましくは、10~500nm程度に設定する。尚、有機電界発光素子の発光を効率よく取り出すために、陽極または陰極の少なくとも一方の電極が、透明ないし半透明であることが好ましく、一般に、発光光の透過率が70%以上となるように陽極の材料、厚みを設定することがより好ましい。

【0048】また、本発明の有機電界発光素子においては、その少なくとも一層中に、一重項酸素クエンチャーが含有されていてもよい。一重項酸素クエンチャーとしては、特に限定するものではなく、例えば、ルブレン、ニッケル錯体、ジフェニルイソベンゾフランなどが挙げられ、特に好ましくは、ルブレンである。一重項酸素クエンチャーが含有されている層としては、特に限定するものではないが、好ましくは、発光層または正孔注入輸送層であり、より好ましくは、正孔注入輸送層である。尚、例えば、正孔注入輸送層に一重項酸素クエンチャー

を含有させる場合、正孔注入輸送層中に均一に含有させてもよく、正孔注入輸送層と隣接する層(例えば、発光層、発光機能を有する電子注入輸送層)の近傍に含有させてもよい。一重項酸素クエンチャーの含有量としては、含有される層(例えば、正孔注入輸送層)を構成する全体量の0.01~50重量%、好ましくは、0.05~30重量%、より好ましくは、0.1~20重量%である。

【0049】正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層の形成方法に関しては、特に限定するものではなく、例えば、真空蒸着法、イオン化蒸着法、溶液塗布法(例えば、スピンコート法、キャスト法、ディップコート法、バーコート法、ロールコート法、ラングミュア・プロセツト法など)により薄膜を形成することにより作製することができる。真空蒸着法により、各層を形成する場合、真空蒸着の条件は、特に限定するものではないが、 10^{-5} Torr 程度以下の真空下で、50~400℃程度のボート温度(蒸着源温度)、-50~300℃程度の基板温度で、0.005~50nm/sec 程度の蒸着速度で実施することが好ましい。この場合、正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層等の各層は、真空下で、連続して形成することにより、諸特性に一層優れた有機電界発光素子を製造することができる。真空蒸着法により、正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層等の各層を、複数の化合物を用いて形成する場合、化合物を入れた各ボートを個別に温度制御して、共蒸着することが好ましい。

【0050】溶液塗布法により、各層を形成する場合、各層を形成する成分あるいはその成分とバインダー樹脂等を、溶媒に溶解、または分散させて塗布液とする。正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層の各層に使用するバインダー樹脂としては、例えば、ポリ-N-ビニルカルバゾール、ポリアリレート、ポリスチレン、ポリエステル、ポリシロキサン、ポリメチルアクリレート、ポリメチルメタクリレート、ポリエーテル、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリパラキシレン、ポリエチレン、ポリフェニレンオキサイド、ポリエーテルスルホン、ポリアニリンおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリフルオレンおよびその誘導体、ポリチエニレンビニレンおよびその誘導体等の高分子化合物が挙げられる。バインダー樹脂は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【0051】溶液塗布法により、各層を形成する場合、各層を形成する成分あるいはその成分とバインダー樹脂等を、適当な有機溶媒(例えば、ヘキサン、オクタン、デカン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、1-メチルナフタレン等の炭化水素系溶媒、例えば、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シ